

DESCREVENDO AS PRÁTICAS DE ENSINO EXPLORATÓRIO DA MATEMÁTICA: O CASO DA PROFESSORA FERNANDA

Luís Menezes – Hélia Oliveira – Ana Paula Canavarro

menezes@esev.ipv.pt – hmoliveira@ie.ul.pt – apc@uevora.pt

Escola Superior de Educação de Viseu e CI&DETS – Instituto de Educação da Univ. de Lisboa – Univ. de Évora & Unidade de Inv. do IE da Univ. de Lisboa (Portugal)

Tema: Práctica Profesional del Profesorado de Matemática

Modalidad: CB

Nivel educativo: Primaria (6 a 11 años)

Palabras clave: Prácticas de enseñanza, enseñanza exploratoria, profesor de matemáticas

Resumo

Este estudo surge enquadrado no projeto de investigação P3M: Práticas profissionais dos professores de Matemática. Um dos seus objetivos é a proposta de um quadro de referência para descrever a prática de ensino exploratório da Matemática, a partir de elementos teóricos e da análise das práticas de sala de aula de professores que habitualmente realizam aulas de natureza exploratória – nesta comunicação analisamos o caso de Fernanda, uma professora a lecionar Matemática ao 5.º ano. O quadro adota um modelo de aula em quatro fases: Introdução da tarefa; Realização da tarefa; Discussão da tarefa, e; Sistematização das aprendizagens matemáticas. Para cada uma destas fases, identificamos as ações da professora que têm como objetivo: (i) promover a aprendizagem matemática dos alunos, e; (ii) gerir a aula.

Os resultados do estudo, que assume a natureza de Design Research, mostram que: as ações da professora ganham coerência quando são entendidas à luz destes dois objetivos; as ações com o propósito de gestão da aula estão interrelacionadas com as que visam a aprendizagem; as ações têm um carácter multidimensional e relacional, particularmente complexas no ensino exploratório, sendo um misto de planeadas e de emergentes na aula.

Introdução

A investigação em educação matemática tem procurado, ao longo dos tempos, encontrar formas cada vez mais eficientes de fazer com que gerações sucessivas de alunos tenham acesso ao conhecimento matemático. Entre o conhecimento matemático disponível em cada momento, património comum da humanidade, e as aprendizagens realizadas pelos alunos existem diversas figuras mediadoras, das quais se destaca o professor. Sendo a aprendizagem o objetivo do ensino, novas conceptualizações do que significa aprender Matemática têm necessariamente consequências nos estilos de ensino do professor.

A visão da aprendizagem da Matemática tem vindo a mudar, principalmente ao longo das duas últimas décadas. Assim, passou-se a valorizar a aquisição de conhecimento matemático com compreensão, incluindo nessa aprendizagem as formas de o comunicar aos outros, o raciocínio e a resolução de problemas matemáticos (Cengiz, Kline, & Grant, 2011; Ruthven, Hofmann, & Mercer, 2011). O ensino direto, caracterizado pela

exposição de tópicos pelo professor, seguida da resolução de exercícios, não responde aos desafios desta forma de aprendizagem (Ponte, 2005). Pelo contrário, o ensino exploratório da Matemática tem vindo a afirmar-se como uma alternativa fecunda, uma vez que proporciona aos alunos oportunidades de desenvolverem atividades matemáticas genuínas, a partir de tarefas propostas pelo professor, resolvendo problemas, raciocinando, comunicando, colaborando e, dessa forma, à custa de momentos de discussão coletiva, fazerem emergir conhecimento matemático (Cengiz, Kline, & Grant, 201; Chapman & Heater, 2010; Ponte, 2005).

Por ser menos comum do que o ensino direto, o ensino exploratório da Matemática é ainda insuficientemente compreendido pela investigação em educação matemática e, conseqüentemente, pouco conhecido pelos professores. Procurando responder a este problema, estamos a realizar, no âmbito do projeto P3M – Práticas profissionais dos professores de Matemática – um trabalho de investigação tendo em vista a construção de um quadro de referência que relacione intenções e ações do professor no ensino exploratório da Matemática. Partindo da nossa experiência enquanto formadores de professores, dos resultados da investigação neste campo e de casos de professores que desenvolvem este tipo de ensino (Menezes, Oliveira & Canavarro, 2012), apresentamos neste artigo o caso de Fernanda, uma professora portuguesa que ensina Matemática a uma turma do 5.º ano. Desta forma, descrevendo e analisando a sua prática de ensino exploratório da Matemática, pensamos contribuir para o objetivo de construir um quadro de referência que permita uma melhor compreensão deste tipo de prática de ensino.

Práticas de ensino exploratório da Matemática

O que caracteriza o ensino exploratório da Matemática? Diversos autores distinguem o ensino exploratório do ensino direto (Ponte, 2005). Enquanto no ensino direto o foco está na figura do professor, a quem compete transmitir o conhecimento matemático, no ensino exploratório “a ênfase desloca-se da atividade ‘ensino’ para a atividade mais complexa “ensino-aprendizagem”” (Ponte, 2005, p. 13). Dessa forma, o ensino exploratório da Matemática pauta-se por ser fortemente interativo, envolvendo intensamente o professor e os alunos na atividade da aula. Apesar de numa aula exploratória de Matemática o professor estar bastante ativo, essa atividade é de natureza diferente da que acontece numa aula tradicional que segue um estilo de ensino direto. No ensino exploratório, o professor organiza situações de aprendizagem, em torno de

tarefas matemáticas desafiantes, buscando o raciocínio e a comunicação dos alunos, e dessa forma faz emergir o conhecimento matemático nos processos de negociação de significado (Bishop & Goffree, 1986; Canavarro, 2011; Guerreiro, 2011; Ponte, 2005).

Uma aula de ensino exploratório da Matemática desenvolve-se em três ou quatro fases, consoante se considera a última fase. Enquanto Stein, Engle, Smith e Hughes (2008) propõem três fases (“lançamento” da tarefa, “exploração” pelos alunos, e “discussão e sintetização”), Menezes, Oliveira e Canavarro (2012) distinguem a fase de “discussão da tarefa” da fase de “sistematização das aprendizagens matemáticas”, a primeira mais local e ligada às resoluções da tarefa pelos alunos e a segunda mais geral e destinada à institucionalização do conhecimento matemático e de aspetos das capacidades transversais.

Na primeira fase da aula, de “lançamento” ou “introdução da tarefa”, o professor deve providenciar para que os alunos compreendam a tarefa que lhes é proposta, habitualmente um problema ou uma investigação, e para que se sintam desafiados para o trabalho (Anghileri, 2006; Canavarro, 2011; Stein et al., 2008). Na fase seguinte da aula, “exploração” ou “realização da tarefa”, embora o professor possa parecer pouco ativo, o seu papel é decisivo no acompanhamento e apoio aos alunos. É, contudo, fundamental que esse apoio não redunde, pelas suas respostas ou comentários, numa diminuição do nível cognitivo da tarefa (Stein & Smith, 1998). Ainda nesta fase da aula, o professor deve providenciar para que os alunos preparem a sua apresentação e deve igualmente seleccionar e estabelecer a sequência dessas apresentações na discussão coletiva (Stein et al., 2008).

As últimas duas fases da aula realizam-se no coletivo turma. Durante a “discussão da tarefa”, o professor desempenha um papel decisivo pela forma como gere o discurso, ao favorecer o estabelecimento de conexões entre ideias, a comparação de distintas resoluções e a discussão da respetiva diferença e eficácia matemática (Cengiz, Kline, & Grant, 2011; Ruthven, Hofmann, & Mercer, 2011; Stein et al, 2008)

A fase final de “sistematização das aprendizagens matemáticas” é fundamental para que os objetivos que o professor estabelece previamente possam ser atingidos. Nesta fase, com a ajuda do professor, a turma deve reconhecer os conceitos e procedimentos matemáticos envolvidos, estabelecer conexões com aprendizagens anteriores e reforçar

aspectos fundamentais dos processos matemáticos transversais como a comunicação, a resolução de problemas e o raciocínio matemáticos.

Abordagem metodológica

Este artigo reporta-se a um estado desenvolvido no âmbito do Projeto P3M, que assume a natureza de *Design Research*, em que a investigação sobre a prática de ensino exploratório da Matemática e a formação de professores sobre este tema se desenvolvem a par (Cobb, Zhao & Dean, 2009). Participam neste estudo quatro professores de Matemática, embora neste artigo foquemos unicamente o caso de Fernanda. Esta professora, com cerca de 20 anos de serviço, que leciona no 2.º ciclo do ensino básico português (5–6 anos de escolaridade), realiza habitualmente aulas de ensino exploratório da Matemática.

A recolha de dados baseou-se na observação não participante de três aulas, em duas entrevistas e na colheita documental. Os dados aqui apresentados referem-se a uma dessas aulas exploratórias, com a duração de 50 minutos, realizada com uma turma do 5.º ano, constituída por 19 alunos, 13 raparigas e 6 rapazes.

A anteceder a aula (A), foi realizada uma entrevista inicial à professor (E1) focada na planificação, procurando compreender as suas intenções. No decurso da aula, foi feita a recolha em registo vídeo, usando simultaneamente duas câmaras, uma fixa (com plano geral da aula) e outra móvel (focada no professor). Para além disso, foram recolhidas as resoluções dos alunos e a planificação da professora. No final, foi realizada uma segunda entrevista (E2), apoiada no visionamento de pequenos episódios de aula, com o objetivo de obter explicações da professora para as suas ações e debater as suas intenções.

Neste estudo realizou-se análise de conteúdo dos dados recolhidos, identificando-se nas diversas fases da aula as ações da professora e as respetivas intenções, cruzando essa informação com o quadro que vem sendo desenvolvido a partir dos outros casos de professores (Menezes, Oliveira & Caavarro, 2012).

A prática de ensino exploratório da professora

Na aula observada, a professora propôs a tarefa “Subidas e descidas dos combustíveis”, procurando, através dela, que os seus alunos do 5.º ano consolidassem o conceito de percentagem:

Tarefa “Subidas e descidas dos combustíveis”

Como já debes ter dado conta, os preços dos combustíveis variam, com muita frequência, consoante o preço do barril de petróleo. As bombas de combustível *Petrolex Lda* aumentaram o preço da gasolina em 10%, o que fez com que os automobilistas protestassem imenso. Perante isto, o Diretor da *Petrolex Lda* mandou voltar a baixar o preço da gasolina em 10%.

Será que a gasolina voltou ao preço anterior? Justifica a tua resposta.

A aula iniciou-se com a *introdução da tarefa* aos alunos. Esta fase decorreu de forma breve (cerca de 5 min.). A professora, que assumiu o protagonismo nesta fase, evidenciou duas intenções fundamentais: Garantir a apropriação da tarefa pelos alunos e organizar o trabalho dos alunos. Em relação à primeira, procurou familiarizar os alunos com o contexto da tarefa e esclarecer a interpretação do enunciado. Tendo em conta o seu conhecimento da turma, Fernanda deu bastante relevo à organização do trabalho dos alunos, sublinhando a necessidade de comunicarem de forma clara e extensiva as suas ideias, oralmente e por escrito:

Professora – Não se esqueçam que os outros só sabem o nosso pensamento se nós o verbalizarmos, se nós falarmos sobre o nosso pensamento. Isto quer no grupo, quer por escrito, portanto, quando eu recolher o vosso trabalho no final, só saberei efetivamente como é que o grupo pensou se o grupo tiver registado essa forma de pensamento e depois no final os colegas também só saberão como é que o grupo pensou se vocês conseguirem exteriorizar e falar sobre as vossas ideias...estamos entendidos? (A)

A fase seguinte da aula – *realização da tarefa* – decorreu durante cerca de 20 minutos, com os alunos a trabalharem em grupos de quatro. As ações da professora revelam um conjunto de intenções relacionadas com a promoção da aprendizagem, das quais se destacam, de modo equilibrado, garantir o desenvolvimento da tarefa pelos alunos e manter o desafio cognitivo e autonomia dos alunos:

Porque é assim, eu parece-me que aqui tem de haver uma fase para eles se apropriarem um bocadinho da situação, discutirem dentro do grupo, portanto se calhar uma aproximação aos grupos logo numa fase inicial, se calhar eles têm logo muito o hábito de começar a fazer perguntas e eles ao fazerem muitas perguntas, uma pessoa pode estar a dar indicações a mais. (E1)

Ainda nesta fase da aula, Fernanda deixa transparecer a sua intenção de garantir a produção de materiais para a apresentação pelos alunos tendo em vista a fase seguinte da aula. A *discussão da tarefa*, que demorou cerca de 15 minutos, passou pela apresentação de três dos cinco grupos, tendo deixado ficar para o fim o grupo que mais tinha avançado em termos de generalização. Nesta fase da aula, destaca-se na professora

a intenção de promover a qualidade matemática das apresentações dos alunos, pedindo muitas explicações e, em menor número, justificações:

“Sempre” é mesmo uma tentativa de generalização, daí neste grupo ter acabado por deslocar um bocadinho o centro da atenção ali da Maria Carolina para aquela... porque ela não estava... já que os outros grupos se tinham centrado muito em valores concretos, ela também estava a valorizar a parte que eles tinham feito relativamente aos valores concretos e aqui o meu objetivo ao intervir mais do que intervirm nos outros grupos, a minha intervenção aqui foi maior no sentido de tentar focar, por um lado a Carolina naquele aspeto, que era o aspeto novo, e também levar a que os outros grupos compreendessem o raciocínio que aquele grupo tinha feito. (E2)

A última fase da aula, com a duração aproximada de 10 minutos, foi muito interessante. A *sistematização das aprendizagens matemáticas* foi conduzida pela professora, tendo-se ancorado no último grupo que apresentou (o que levou mais longe a sua tentativa de generalização). Em termos matemáticos, destaca-se a sua intenção de evidenciar ligações com outros conceitos matemáticos. Neste caso, a professora recorrendo a tiras de papel colorido estabeleceu uma conexão clara entre o conceito de percentagem e o conceito de unidade, relativo ao tema do programa de Matemática, “números racionais não negativos”. A professora evidencia igualmente a importância de dar visibilidade à capacidade de comunicação matemática dos alunos:

Sim, em termos de conteúdos matemáticos é a unidade, o efeito que a percentagem tem sobre a quantidade, na quantidade que está a ser aplicada e um aspeto sempre fundamental que é a questão de eles tentarem comunicar, traduzir matematicamente as ideias deles, que tem sido uma luta grande e sem progressos muito significativos. (...) Penso que se calhar aquela ideia das tiras pode realmente ajudar-nos também a ilustrar isso. (E1)

Professora – E aquilo que eu queria agora convosco, pegando um bocadinho nesta ideia deles da unidade, era que pensássemos um pouco, para construirmos uma conclusão geral todos em conjunto. (...) Então isto é o vosso preço [mostra uma tira de papel] (...) O que é que eu tenho de acrescentar aqui à minha tira? (A)

A professora revela a intenção, antes da aula, de garantir o registo escrito das ideias resultantes da sistematização das aprendizagens matemáticas. Contudo, por um problema de gestão do tempo, teve necessidade de deixar esse registo para a aula seguinte.

Conclusões e considerações finais

Os resultados deste estudo, cruzados com os dos dois casos anteriores de professores que também realizam habitualmente ensino exploratório da Matemática (Menezes, Oliveira & Canavarro, 2012), reforçam a nossa convicção de que as ações do professor têm um carácter multidimensional e relacional, particularmente complexas neste tipo de ensino, sendo um misto de ações planeadas e de emergentes na aula.

Este caso, tal como os anteriores, revela claramente quatro fases na aula (introdução da tarefa, realização da tarefa, discussão da tarefa, sistematização das aprendizagens matemáticas), que são orientadas para dois grandes propósitos, intimamente interrelacionados: a promoção das aprendizagens matemáticas dos alunos e a gestão da aula. Para cada uma dessas fases da aula identificam-se ações específicas por parte da professora que têm subjacentes intenções que lhes dão sentido. O quadro que reúne as ações intencionais do professor na prática de ensino exploratório da Matemática, que incorpora já os contributos do caso analisado neste artigo, é apresentado em anexo. Tal como se verificou com a professora Fernanda, consoante os objetivos que se pretendem atingir e elementos de natureza contextual (como as características da turma), algumas fases da aula podem ganhar maior ou menor dimensão e algumas ações do professor podem estar mais ou menos presentes (Cengiz, Kline, & Grant, 201; Stein et al, 2008).

A terminar, é importante sublinhar que não se trata de um quadro normativo do ensino exploratório da Matemática, mas antes de um quadro compreensivo desta prática do professor. Nesta medida, este quadro e a sua conceptualização têm potencialidades para estimular a reflexão dos professores de Matemática sobre a sua prática de sala de aula e serem uma ferramenta em contextos de formação de professores.

Agradecimentos

Este trabalho é financiado por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do Projeto Práticas Profissionais dos Professores de Matemática (contrato PTDC/CPE-CED/098931/2008).



<http://p3m.ie.ul.pt/>

Referências

- Anghileri, J. (2006). Scaffolding practices that enhance mathematics learning. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 9, 33–52.
- Bishop, A., & Goffree, F. (1986). Classroom organization and dynamics. In B. Christiansen, A. G. Howson, & M. Otte (Eds.), *Perspectives on mathematics education* (pp. 309-365). Dordrecht: D. Reidel.
- Canavarro, A. P. (2011). Ensino exploratório da Matemática: Práticas e desafios. *Educação e Matemática*, 115, 11-17.
- Cengiz, N., Kline, K., & Grant, T. J. (2011). Extending students' mathematical thinking during whole-group discussions. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 14, 355–374.
- Chapman, O., & Heater, B. (2010). Understanding change through a high school mathematics teacher's journey to inquiry-based teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13, 445–458.
- Cobb, P., Zhao, Q., & Dean, C. (2009). Conducting design experiments to support teachers' learning: A reflection from the field. *The Journal of the Learning Sciences*, 18, 165–199.
- Guerreiro, A. (2011). *Comunicação no ensino-aprendizagem da matemática: Práticas no 1.º ciclo do ensino básico* (Tese de Doutorado, Universidade de Lisboa).
- Menezes, L., Oliveira, H., & Canavarro, A. P. (2012). Teacher practice in an inquiry-based mathematics classroom. *HMS i JME - International Journal for Mathematics in Education*, vol. 4. 357-362.
- Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em Matemática. In GTI (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 11-34). Lisboa: APM.
- Ponte, J. P., & Chapman, O. (2006). Mathematics teachers' knowledge and practices. Em A. Gutierrez, & P. Boero (Eds.), *Handbook of research on the psychology of mathematics education: Past, present and future* (pp. 461-494). Roterddham, The Netherlands: Sense Publishers.
- Ruthven, K., Hofmann, R., & Mercer, N. (2011). A dialogic approach to plenary problem synthesis. In B. Ubuz (Ed.), *Proceedings of the 35th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (vol. 4, pp. 81-88). Ankara, Turkey: PME.
- Stein, M. K., & Smith, M. S. (1998). Mathematical tasks as a framework for reflection: From research to practice. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 3, 268–275.
- Stein, M. K., Engle, R. A., Smith, M. S., & Hughes, E. K. (2008). Orchestrating productive mathematical discussions: Helping teachers learn to better incorporate student thinking. *Mathematical Thinking and Learning*, 10(4), 313-340.

Anexo - Ações intencionais do professor na prática de ensino exploratório da Matemática

	Promoção da aprendizagem matemática	Gestão da aula
Introdução da tarefa	<p><i>Garantir a apropriação da tarefa pelos alunos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Familiarizar com o contexto da tarefa - Esclarecer a interpretação da tarefa - Estabelecer objetivos <p><i>Promover a adesão dos alunos à tarefa:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer conexões com experiência anterior - Desafiar para o trabalho 	<p><i>Organizar o trabalho dos alunos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Estipular tempos para o trabalho a desenvolver em cada uma das fases da aula - Definir formas de organização do trabalho (individual, pares, pequenos grupos, ...) - Organizar materiais da aula
Realização da tarefa	<p><i>Garantir o desenvolvimento da tarefa pelos alunos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Colocar questões e dar pistas - Sugerir representações - Focar ideias produtivas - Pedir clarificações e justificações <p><i>Manter o desafio cognitivo e autonomia dos alunos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cuidar de promover o raciocínio dos alunos - Cuidar de não validar a correção matemática das respostas dos alunos 	<p><i>Promover o trabalho de pares/grupos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Regular as interações entre alunos - Providenciar materiais para o grupo <p><i>Garantir a produção de materiais para a apresentação pelos alunos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Pedir registros escritos - Fornecer materiais a usar - Dar tempo para preparar a apresentação <p><i>Organizar a discussão a fazer:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar e selecionar resoluções variadas (com erro a explorar, menos ou mais completas, com representações relevantes) - Sequenciar as resoluções selecionadas
Discussão da tarefa	<p><i>Promover a qualidade matemática das apresentações dos alunos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Pedir explicações claras das resoluções - Pedir justificações sobre os resultados e as formas de representação utilizadas - Discutir a diferença e eficácia matemática das resoluções apresentadas <p><i>Regular as interações entre os alunos na discussão:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Incentivar o questionamento para clarificação de ideias apresentadas ou esclarecimento de dúvidas - Incentivar análise, confronto e comparação entre resoluções - Identificar e colocar à discussão erros matemáticos das resoluções 	<p><i>Criar ambiente propício à apresentação e discussão:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dar por terminado o tempo de resolução da tarefa pelos alunos - Providenciar a reorganização dos lugares/espço para a discussão - Promover atitude de respeito e interesse genuíno pelos diferentes trabalhos apresentados <p><i>Gerir relações entre os alunos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Definir a ordem das apresentações - Cuidar de justificar as razões da não apresentação de algumas resoluções - Promover e gerir as participações dos alunos na discussão
Sistematização das aprendizagens matemáticas	<p><i>Institucionalizar ideias ou procedimentos relativos a tópicos matemáticos suscitados pela exploração da tarefa:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar conceito(s) matemático(s), clarificar a sua definição e explorar representações múltiplas - Identificar procedimento(s) matemático(s), clarificar as condições da sua aplicação e rever a sua utilização - Reconhecer o valor de uma regra com letras <p><i>Institucionalizar ideias ou procedimentos relativos a capacidades transversais suscitadas pela exploração da tarefa:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar e relacionar dimensões da(s) capacidade(s) transversal(ais) presentes - Reforçar aspetos-chave para o seu desenvolvimento <p><i>Estabelecer conexões com aprendizagens anteriores:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Evidenciar ligações com conceitos matemáticos, procedimentos ou capacidades transversais anteriormente trabalhados 	<p><i>Criar ambiente adequado à sistematização:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Focar os alunos no momento de sistematização coletiva - Promover o reconhecimento da importância de apurar conhecimento matemático a partir da tarefa realizada <p><i>Garantir o registo escrito das ideias resultantes da sistematização:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Fazer registo em suporte físico ou informático (quadro, QI, acetato, cartaz ...) por aluno ou professor - Pedir registo escrito nos cadernos dos alunos